

VII-38

IAWQ 活性汚泥モデルによる八戸高専生活排水処理の解析

八戸高専 建設環境工学科 正会員 矢口 淳一

1. はじめに

活性汚泥による下水や工場排水の処理施設の設計、運転管理はいままで設計指針や経験に基づいて行われ、数学的モデルが実際に適用されることは多くなかった。しかし、最近有機物と同時に窒素やリンを除去する高度処理施設の導入に伴って活性汚泥処理プロセスが複雑化、高度化し、プロセス内の現象を評価、予測できる数学的モデルの利用に関する期待が高まっている。国際水環境学会（IAWQ）が提案した活性汚泥モデル No. 1～No. 3 は、ヨーロッパを中心にその実務の利用が図られ成果が示されている。そこで、本研究では IAWQ 活性汚泥モデルを本校生活排水処理施設に適用し、流入排水の分画や活性汚泥中の微生物の分類を試み本校生活排水の特徴を解析したので報告する。

2. 実験材料および方法

(1) 実験装置 酸素利用速度測定実験は、反応容積 1L の三角フラスコを使用して DO センサーを挿入した後密閉し、フラスコ下部のスターラーによって反応液の混合・攪拌を行った。DO センサーはデジタル記録計に接続され、データ収集された。硝化実験は 2L のビーカーを用いて、ブロウによる十分な曝気と共にスターラーによる攪拌を行った。実験装置は、20℃の恒温槽内に設置された。

(2) 実験材料 実験には本校生活排水処理施設（330m³/日、HRT24 時間）から採水した曝気槽流入水および返送汚泥を使用した。

(3) 実験方法 ①酸素利用速度測定実験 返送汚泥を添加した場合と曝気槽流入水のみの場合の 2 系列実験を行った。返送汚泥を添加した系では、流入水 200mL に予め準備した酸素過飽和水 860mL と返送汚泥 100mL を三角フラスコに投入し、DO センサーで密閉後スターラーで攪拌し DO の経時変化を測定した。また流入水のみでは流入水 300mL に酸素過飽和水を混合して実験した。尚、両系列とも ATU を 2mg/L の濃度になるように添加した。②硝化実験 NH_4Cl 、 NaHCO_3 、 NaH_2PO_4 それぞれ 1,000mg/L からなる基質を作成し、ビーカーに返送汚泥 1.15L と作成基質 100mL を投入してブロウとスターラーによる曝気と攪拌を十分にしながら、アンモニア性窒素濃度と硝酸性窒素濃度の経時変化を測定した。アンモニア性窒素と硝酸性窒素は、それぞれインドフェノール法とブルシン硫酸法で分析した。

(4) 解析方法 IAWQ によって提案された Activated Sludge Model No. 2(1995) (ASM 2)¹⁾ を用いて実験結果を解析し、排水の分類は Guijer らの方法²⁾ に従って求めた。ASM 2 では COD_{cr} を基準として排水は主に $S_5(=S_F+S_A)$ 、 S_I 、 X_H 、 X_S 、 X_I の 5 種類（表-2 参照）、活性汚泥は他栄養細菌 X_H と自栄養細菌 X_A に分類される。

3. 実験結果および考察

① 酸素利用速度測定実験 図-1 に返送汚泥を添加した系の酸素利用速度の経時変化を示した。反応初期では排水中の易分解性有機物 S_5 が他栄養細菌によって迅速に分解されるため酸素利用速度は大きい、 S_5 の消費に伴って急激に低下し、 S_5 がほぼ消費されると酸素利用速度は加水分解可能な固形物 X_S の分解によって生じた成分によって支配される。そこで反応初期の酸素利用量を計算することによって流入水中の S_5 を推定することができる。

難分解性の溶解成分 S_I は、流入水を 0.45 μm メンブランフィルターでろ過したろ過水と返送汚泥を混合し、約 1 日間曝気（20℃）した後の残存溶解性 COD_{cr} を測定して求めた。加水分解可能な固形物 X_S は、活性汚泥

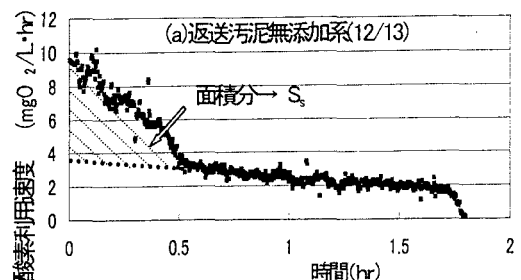


図-1 返送汚泥無添加系の酸素利用速度経時変化

モデル ASM 2 を利用して図-1 の酸素利用速度および D0 の経時変化を最もよく再現する反応開始時の X_S 値をシミュレーションすることによって推定する。パラメーターは、表-2 に示した ASM 2 の標準値を使用した。流入水中の有機物を酸化分解する従属栄養細菌濃度 X_H は、図-2 に示した返送汚泥無添加系の実験データから求まる。この系では十分な有機物と D0 のもとで従属栄養細菌は増殖し、酸素利用速度も基質制限を受けるまで増加する。 X_H は図-2 に示した初期酸素利用速度から計算され、同時に傾きから従属栄養細菌の最大比増殖速度 μ_{max} と自己酸化速度 b_H が求まる。難分解性固形物濃度 X_I は、流入水 CODcr 濃度から求めた S_S, S_I, X_H, X_S を差し引いて最後に算定する。

本校生活排水を用いた実験では、ASM 2 を利用して求めた X_S の値が大きくなり流入水 CODcr の 8~9 割を占める結果となった。これは用いたパラメーター値が本校生活排水に適さないためと考えられ、図-1、2 の酸素利用速度曲線より表-1 に示したようにパラメーター値を変更した。変更した値を使って酸素利用速度の経時変化を ASM 2 でシミュレーションした結果を図-3 に示した。以上の結果、本校生活排水の分画成分は表-3 に示したようにまとめられた。一般下水のデータ²⁾と比較すると X_S の比率が低く、 X_H の比率が高くなっている。これは、曝気槽の前に設置されている流量調整槽である程度有機物の分解が進んでいるためかもしれない。

②硝化実験 図-4 にアンモニア性窒素と硝酸性窒素濃度の経時変化を示した。アンモニア性窒素は約 1 時間で消費され、硝酸性窒素濃度の増加は幾分遅れ気味である。硝化実験では、アンモニア性窒素濃度の経時変化を ASM 2 でシミュレーションできる反応開始時の自栄養細菌濃度 X_A を求めた。シミュレーションした結果は図-4 に合わせて示し、求めた X_A 濃度は表-2 にまとめた。自栄養細菌は汚泥中 5~10% を占めた。

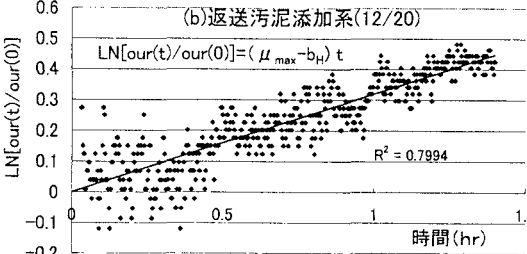


図-2 返送汚泥添加系からの X_H の推定

表-1 ASM 2 のパラメーター値

parameter	ASM 2標準値	本研究
$\mu_{max}(1/day)$	6	7.5
$b_H(1/day)$	0.4	0.4
$KO_2(gO_2/m^3)$	0.2	0.2
$k_H(1/day)$	3	10
$K_S(gCOD/m^3)$	4	2
$Y_H(gCOD/gCOD)$	0.63	0.63
$f_p(gCOD/gCOD)$	0.1	0.1

表-2 本校生活排水と汚泥の分類結果

略号	分画成分	12/6	12/13	12/20
流 S_S	易分解性の溶解性有機物	38.9 (12)	29.8 (12)	31.1 (9)
入 S_I	難分解性の溶解性有機物	13.2 (4)	22.5 (9)	19.5 (6)
排 X_S	加水分解可能な固形性有機物	117.6 (37)	98.7 (39)	115.3 (36)
水 X_I	難分解性の固形性有機物	67.1 (21)	28.5 (11)	95.3 (30)
X_H	従属栄養細菌	83.2 (26)	70.5 (28)	58.8 (18)
汚 X_A	独立栄養細菌	43.2 ¹⁾	71.7	43.4
泥 X_H	従属栄養細菌	816	656	500

単位: mgCOD/L, () 内は成分百分率 (%) 1); 12/11 のデータ

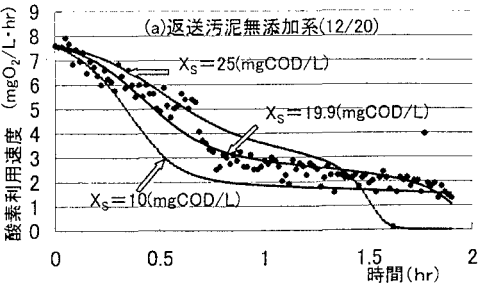


図-3 変更したパラメーターによる X_S のシミュレーション結果

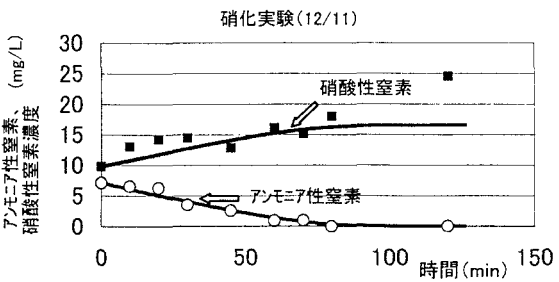


図-4 硝化実験のシミュレーション結果

参考文献 1) Henze, M., W. Guijer, T. Mino, T. Matsuo, M. C. Wentzel and G. R. Marais Activated sludge model No. 2, IAWQ (1995) 2) Kappeler, J. and W. Guijer Estimation of kinetic parameters of heterotrophic biomass under aerobic conditions and characterization of wastewater for activated sludge modelling. Wat. Sci. Tech., Vol. 25, No. 6, pp125-139 (1992)